

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНИХ ЗАВДАНЬ
З ДИСЦИПЛІНИ
«АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ»**

Харків – 2017

поз. 186

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНИХ ЗАВДАНЬ
З ДИСЦИПЛІНИ
„АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ”

для студентів 5 курсу денної форми навчання,
спеціальності 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»

Затверджено
редакційно-видавничою
радою НТУ «ХПІ»,
протокол № 1 від 22.06.2017 р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2017

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних завдань з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами» для студентів 5 курсу денної форми навчання, спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» уклад. Бобух А. О., Подустов М. О., Переверзєва А. М. – Харків : НТУ «ХП», 2017. – 25 с.

Укладачі: А. О. Бобух
М. О. Подустов
А. М. Переверзєва

Рецензент В. П. Шапорєв

Кафедра Автоматизації технологічних систем
та екологічного моніторингу

ВСТУП

Методичні вказівки містять дві окремі частини для виконання розрахунково-графічних завдань.

Перша частина включає методичні вказівки до розрахунково-графічного завдання з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами» для студентів 5 курсу денної форми навчання, рівень вищої освіти другий (магістерський), галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування, спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізація 151.01 «Автоматизоване управління технологічними процесами» з розробки математичної моделі АСУТП дискретної дії випуску продукції за критерієм максимального прибутку методом лінійного програмування.

Друга частина містить методичні вказівки до розрахунково-графічного завдання з дисципліни „Автоматизовані системи управління технологічними процесами” для студентів 5 курсу денної форми навчання, рівень вищої освіти другий (магістерський), галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування, спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізація 151.01 «Автоматизоване управління технологічними процесами» з розробки математичної моделі АСУТП дискретної дії вибору раціональних варіантів розв'язання задачі за критерієм мінімальної сумарної питомої вартості ремонту методом послідовного аналізу.

Кожному студенту видаються індивідуальні завдання для виконання двох частин розрахунково-графічних завдань, які після виконання перевіряються та виставляються оцінки викладачем за бальною системою, при цьому максимальна кількість – 15 балів за кожную частину.

ПЕРША ЧАСТИНА

до виконання розрахунково-графічних завдань з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами»

1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

1.1. Мета розрахунково-графічного завдання – закріплення теоретичних знань та практичних навичок з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами».

Студенти набувають досвід з розробки математичної моделі для її впровадження при складанні автоматизованої системи управління технологічними процесами (АСУТП) дискретної дії. Об'єкти управління, для яких створюють АСУТП дискретної дії, відрізняються один від одного обсягом інформації, цілями й критеріями управління, параметрами контролю [1–7].

1.2. Склад розрахунково-графічного завдання (РГЗ). РГЗ містить пояснювальну записку, виконану з урахуванням стандартів на папері формату А4. Об'єкт управління, для якого треба розробити математичну модель у РГЗ, має специфічний характер і випускає продукцію певних видів. Розробку математичної моделі випуску продукції треба виконати за критерієм максимального прибутку методом лінійного програмування [7]. Пояснювальна записка РГЗ складається із розділів:

1.2.1. Назва РГЗ: Розробити математичну модель для АСУТП дискретної дії випуску продукції за критерієм максимального прибутку методом лінійного програмування.

1.2.2. Дані для розробки математичної моделі.

1.2.3. Алгоритм вирішення задачі для розробки математичної моделі та приклад для виконання РГЗ.

1.2.4. Висновок за результатами виконання РГЗ.

Список літератури.

2. ДАНІ ДЛЯ РОЗРОБКИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИПУСКУ ПРОДУКЦІЇ ЗА КРИТЕРІЄМ МАКСИМАЛЬНОГО ПРИБУТКУ МЕТОДОМ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ [7]

2.1. Об'єкт управління випускає продукцію двох видів: P_j , $j = \overline{1,2}$.

2.2. Для випуску продукції використовують сировину чотирьох видів: C_i , $i = \overline{1,2}$.

2.3. Для випуску продукції кожного виду (j) за відповідним видом сировини (i) відомі питомі витратні коефіцієнти A_{ij} (одиниці виміру в загальному вигляді не мають значення):

$$A_{11}=3; \quad A_{12}=1;$$

$$A_{21}=2; \quad A_{22}=2;$$

$$A_{31}=1; \quad A_{32}=3;$$

$$A_{41}=2; \quad A_{42}=1.$$

2.4. Відомі обмеження на об'єми запасів кожного виду сировини Z_i (одиниці виміру в загальному вигляді не мають значення):

$$Z_1 \leq 18; \quad Z_2 \leq 16; \quad Z_3 \leq 17; \quad Z_4 \leq 15.$$

2.5. Задані прибутки від реалізації одиниці продукції кожного виду P_j (будь-яких умовних одиниць):

$$P_1=7; \quad P_2=5.$$

2.6. Розробити математичну модель випуску продукції двох видів X_j ($j = \overline{1,2}$) за критерієм максимального прибутку методом лінійного програмування при заданих обмеженнях:

$$X_1 \geq 2; \quad X_2 \geq 1.$$

3. АЛГОРИТМ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ДЛЯ РОЗРОБКИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ Й ПРИКЛАД ДЛЯ ВИКОНАННЯ РГЗ

3.1. Дані для розробки математичної моделі подають у вигляді табл. 1.

Таблиця 1

Запаси сировини, z_i	Питомі витратні коефіцієнти, A_{ij}	
	A_{i1}	A_{i2}
$z_1 \leq 18$	$A_{11}=3$	$A_{12}=1$
$z_2 \leq 16$	$A_{21}=2$	$A_{22}=2$
$z_3 \leq 17$	$A_{31}=1$	$A_{32}=3$
$z_4 \leq 15$	$A_{41}=2$	$A_{42}=1$
Прибуток від реалізації одиниці продукції, P_j	$P_1=7$	$P_2=5$

3.2. Записують функцію цілі – випуск продукції першого і другого видів за критерієм максимального прибутку (Z):

а) у загальному вигляді: $Z = \sum_{j=1}^2 P_j \cdot X_j \rightarrow \max ;$ (1)

б) для нашої задачі: $Z = 7X_1 + 5X_2 \rightarrow \max .$ (2)

3.3. Обмеження на запаси сировини записують за кожним видом сировини у вигляді :

$$\left. \begin{array}{l} 3X_1 + X_2 \leq 18; \\ 2X_1 + 2X_2 \leq 16; \\ X_1 + 3X_2 \leq 17; \\ 2X_1 + X_2 \leq 15. \end{array} \right\} . \quad (3)$$

3.4. Отримана система нерівностей (3) є математичною моделлю задачі лінійного програмування. Через те, що ця модель має дві невідомі змінні (X_1 та X_2), задача найбільш просто може бути **вирішена графічно**, тобто має так звану геометричну інтерпретацію.

3.5. Для цього на плоскій діаграмі (площині) X_1X_2 треба побудувати область допустимого вирішення задачі "Д" у вигляді багатокутника, що обмежений прямими лініями, які відповідають математичній моделі лінійного програмування (3). Для реалізації задачі побудови многокутника області допустимого вирішення "Д" від системи нерівностей (3) переходять до системи рівностей :

$$\left. \begin{aligned} 3X_1 + X_2 &= 18; \\ 2X_1 + 2X_2 &= 16; \\ X_1 + 3X_2 &= 17; \\ 2X_1 + X_2 &= 15. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

і встановлюють граничні значення невідомих змінних X_1 та X_2 по кожному виду сировини. Так, за першим видом сировини:

$$3X_1 + X_2 = 18, \quad (5)$$

за умови $X_1 = 0; X_2 = 18;$

за умови $X_2 = 0; X_1 = 6,$

за другим видом сировини:

$$2X_1 + 2X_2 = 16, \quad (6)$$

за умови $X_1 = 0; X_2 = 8;$

за умови $X_2 = 0; X_1 = 8,$

за третім видом сировини:

$$X_1 + 3X_2 = 17, \quad (7)$$

за умови $X_1 = 0; X_2 = 5,667;$

за умови $X_2 = 0; X_1 = 17,$

за четвертим видом сировини:

$$2X_1 + X_2 = 15, \quad (8)$$

за умови $X_1 = 0; X_2 = 15;$

за умови $X_2 = 0; X_1 = 7,5.$

3.6. Отримані граничні значення невідомих змінних X_1 та X_2 за кожним видом сировини і задані обмеження: $X_1 \geq 2$; $X_2 \geq 1$ наносять на площину $X_1 X_2$ (рис. 1), при цьому масштаб для X_1 та X_2 може бути різним.

3.7. Побудований багатокутник ABCDE являє собою область допустимого вирішення задачі "Д" за методом лінійного програмування. Тому для визначення прибутку за величинами змінних X_1 та X_2 , що відповідають кожній вершині цього багатокутника, спочатку визначають значення відповідних змінних X_1 та X_2 , а потім функцію цілі:

для вершини А: $X_1 = 2$; $X_2 = 1$, тому

$$Z_A = 7 \cdot 2 + 5 \cdot 1 = 19; \quad Z_A = 19; \quad (9)$$

для вершини В: $X_2 = 1$, а X_1 визначають з рівняння: $3X_1 + X_2 = 18$ (3.1), тому

$$X_1 = (18 - 1) / 3 = 5,667$$

$$Z_B = 7 \cdot 5,667 + 5 \cdot 1 = 44,669; \quad Z_B = 44,669 \quad (10)$$

для вершини С: X_1 і X_2 визначають із розв'язання системи рівнянь:

$$\left. \begin{array}{l} 3X_1 + X_2 = 18; \\ 2X_1 + 2X_2 = 16; \end{array} \right\}$$

з першого рівняння: $X_2 = 18 - 3X_1$, підставляють у друге рівняння: $2X_1 + 2(18 - 3X_1) = 16$, і визначають $X_1 = 5$; потім підставляють у рівняння: $X_2 = 18 - 3 \cdot 5 = 3$; $X_2 = 3$, тому

$$Z_C = 7 \cdot 5 + 5 \cdot 3 = 50; \quad Z_C = 50; \quad (11)$$

для вершини Д: значення X_1 та X_2 знаходять із розв'язання системи рівнянь:

$$\left. \begin{array}{l} 2X_1 + 2X_2 = 16; \\ X_1 + 3X_2 = 17; \end{array} \right\}$$

з другого рівняння: $X_1 = 17 - 3X_2$, підставляють у перше рівняння: $2(17 - 3X_2) + 2X_2 = 16$, і визначають $X_2 = 4,5$; а потім підставляють в рівняння: $X_1 = 17 - 3 \cdot 4,5 = 3,5$; $X_1 = 3,5$, тому

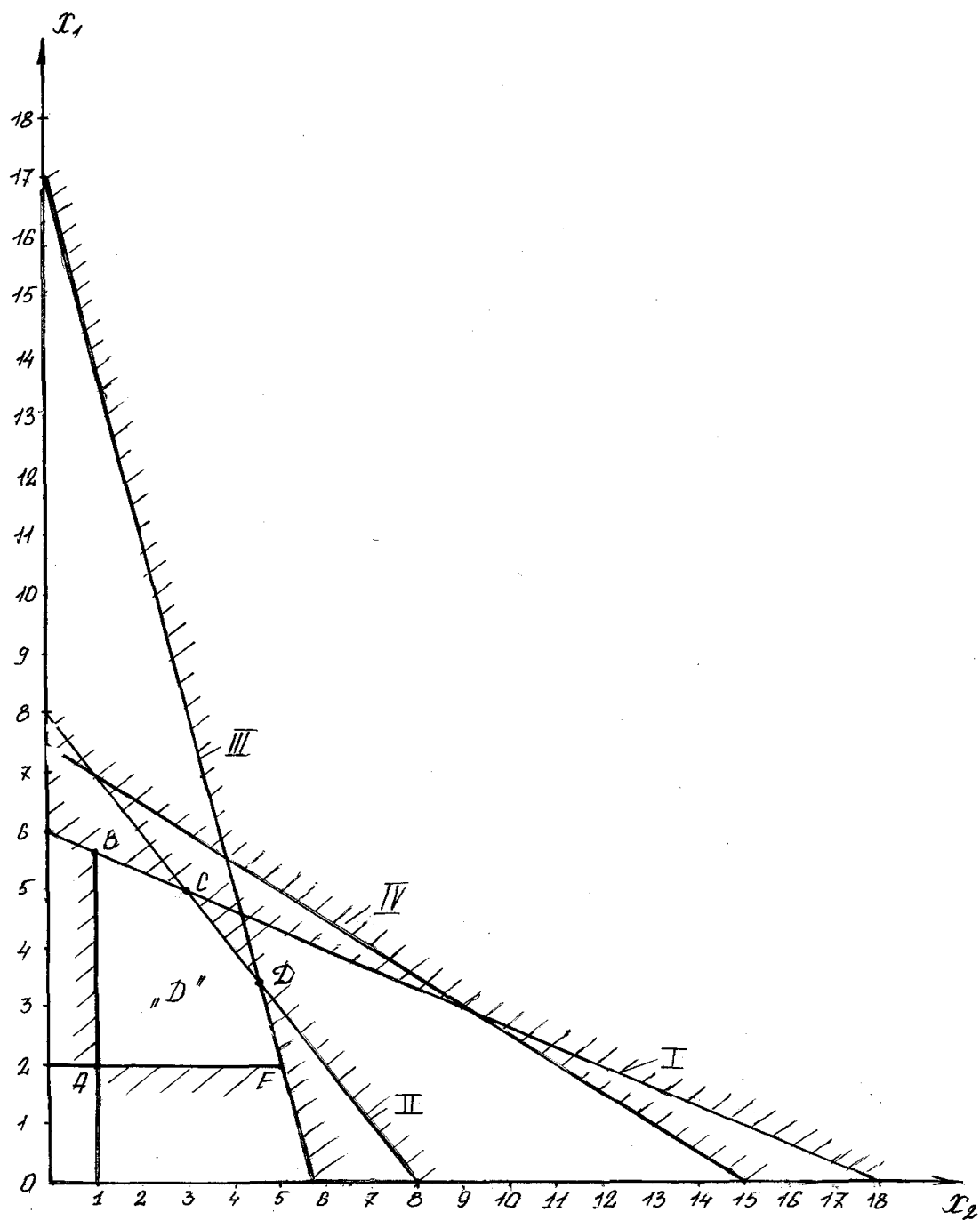


Рис. 1. Область допустимого розв'язання задачі "Д" у вигляді багатокутника АВСДФ

$$Z_D = 7 \cdot 3,5 + 5 \cdot 4,5 = 47; \quad Z_D = 47. \quad (12)$$

для вершини **F**: $x_1 = 2$, а x_2 визначають з рівняння: $x_1 + 3x_2 = 17$ (3.2), тому

$$x_2 = (17 - 2)/3 = 5; \quad x_2 = 5;$$

$$Z_E = 7 \cdot 2 + 5 \cdot 5 = 39; \quad Z_E = 39; \quad (13)$$

Таким чином у вершинах багатокутника ABCDF отримали значення функції цілі відповідно:

$$Z = \{19; 44,669; 50; 47; 39\}$$

3.8. Згідно з теорією лінійного програмування [3] за умовами задачі максимальний прибуток отримують при реалізації продукції першого виду (Π_1) $X_1 = 5$, і - другого виду (Π_2) $X_2 = 3$ (будь-яких умовних) одиниць, тобто $Z = 50$ (других умовних) одиниць, наприклад, грн.

4. ВИСНОВОК ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ РГЗ

Розроблена математична модель випуску продукції двох видів за критерієм максимального прибутку методом лінійного програмування за умовами й обмеженнями даних для виконання РГЗ, отримані значення для першого виду продукції $X_1 = 5$ і другого виду $X_2 = 3$ (умовних одиниць), при цьому максимальний прибуток $Z = 50$ умовних одиниць.

5. ВАРІАНТИ ДАНИХ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РГЗ

Дані для виконання РГЗ наведені в табл. 2. Номер варіанта студенти отримують за номерами в списку студентів групи від першого до останнього або навпаки.

Таблиця 2.

Номер варіанта і дані	Номер варіанта і дані	Номер варіанта і дані	Номер варіанта і дані	Номер варіанта і дані
1	2	3	4	5
Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4	Варіант 5
$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$
$C_b, i = \overline{1,4}$	$C_b, i = \overline{1,4}$	$C_b, i = \overline{1,4}$	$C_b, i = \overline{1,4}$	$C_b, i = \overline{1,4}$
$A_{11}=3; A_{12}=2;$ $A_{21}=2; A_{22}=4;$ $A_{31}=4; A_{32}=3;$ $A_{41}=2; A_{42}=2$	$A_{11}=1; A_{12}=3;$ $A_{21}=2; A_{22}=2;$ $A_{31}=4; A_{32}=2;$ $A_{41}=2; A_{42}=4$	$A_{11}=3; A_{12}=1;$ $A_{21}=2; A_{22}=3;$ $A_{31}=4; A_{32}=2;$ $A_{41}=3; A_{42}=4$	$A_{11}=4; A_{12}=1;$ $A_{21}=1; A_{22}=3;$ $A_{31}=2; A_{32}=2;$ $A_{41}=3; A_{42}=1$	$A_{11}=2; A_{12}=4;$ $A_{21}=3; A_{22}=2;$ $A_{31}=4; A_{32}=2;$ $A_{41}=3; A_{42}=3$
$3_1 \leq 22; 3_2 \leq 21;$ $3_3 \leq 25; 3_4 \leq 19$	$3_1 \leq 16; 3_2 \leq 18;$ $3_3 \leq 19; 3_4 \leq 21$	$3_1 \leq 22; 3_2 \leq 21;$ $3_3 \leq 23; 3_4 \leq 25$	$3_1 \leq 15; 3_2 \leq 16;$ $3_3 \leq 17; 3_4 \leq 18$	$3_1 \leq 17; 3_2 \leq 18;$ $3_3 \leq 19; 3_4 \leq 20$
$P_1=6; P_2=7$	$P_1=7; P_2=5$	$P_1=6; P_2=7$	$P_1=7; P_2=6$	$P_1=6; P_2=9$
$X_1 \geq 0; X_2 \geq 0$	$X_1 \geq 0; X_2 \geq 0$	$X_1 \geq 0; X_2 \geq 0$	$X_1 \leq 2; X_2 \leq 1$	$X_1 \geq 0; X_2 \geq 0$
Варіант 6	Варіант 7	Варіант 8	Варіант 9	Варіант 10
$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$
$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$
$A_{11}=2; A_{12}=3;$ $A_{21}=4; A_{22}=2;$ $A_{31}=3; A_{32}=3;$ $A_{41}=1; A_{42}=4$	$A_{11}=3; A_{12}=2;$ $A_{21}=2; A_{22}=3;$ $A_{31}=4; A_{32}=1;$ $A_{41}=1; A_{42}=4$	$A_{11}=2; A_{12}=1;$ $A_{21}=3; A_{22}=3;$ $A_{31}=4; A_{32}=3;$ $A_{41}=3; A_{42}=1$	$A_{11}=2; A_{12}=3;$ $A_{21}=4; A_{22}=3;$ $A_{31}=1; A_{32}=3;$ $A_{41}=3; A_{42}=4$	$A_{11}=2; A_{12}=3;$ $A_{21}=4; A_{22}=3;$ $A_{31}=1; A_{32}=3;$ $A_{41}=3; A_{42}=4$
$3_1 \leq 21; 3_2 \leq 23;$ $3_3 \leq 22; 3_4 \leq 24$	$3_1 \leq 18; 3_2 \leq 16;$ $3_3 \leq 17; 3_4 \leq 19$	$3_1 \leq 15; 3_2 \leq 16;$ $3_3 \leq 19; 3_4 \leq 18$	$3_1 \leq 17; 3_2 \leq 19;$ $3_3 \leq 21; 3_4 \leq 18$	$3_1 \leq 17; 3_2 \leq 19;$ $3_3 \leq 21; 3_4 \leq 18$
$P_1=6; P_2=5$	$P_1=6; P_2=7$	$P_1=7; P_2=6$	$P_1=4; P_2=7$	$P_1=4; P_2=7$
$X_1 \geq 3; X_2 \geq 1$	$X_1 \geq 2; X_2 \geq 0$	$X_1 \geq 0; X_2 \geq 0$	$X_1 \geq 0; X_2 \geq 0$	$X_1 \geq 2; X_2 \geq 2$
Варіант 11	Варіант 12	Варіант 13	Варіант 14	Варіант 15
$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$
$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$
$A_{11}=1; A_{12}=4;$ $A_{21}=2; A_{22}=3;$ $A_{31}=3; A_{32}=2;$ $A_{41}=4; A_{42}=1$	$A_{11}=3; A_{12}=1;$ $A_{21}=2; A_{22}=4;$ $A_{31}=4; A_{32}=3;$ $A_{41}=2; A_{42}=2$	$A_{11}=3; A_{12}=2;$ $A_{21}=2; A_{22}=4;$ $A_{31}=4; A_{32}=3;$ $A_{41}=2; A_{42}=2$	$A_{11}=3; A_{12}=1;$ $A_{21}=2; A_{22}=2;$ $A_{31}=4; A_{32}=2;$ $A_{41}=2; A_{42}=4$	$A_{11}=1; A_{12}=3;$ $A_{21}=2; A_{22}=2;$ $A_{31}=4; A_{32}=2;$ $A_{41}=2; A_{42}=4$
$3_1 \leq 23; 3_2 \leq 22;$ $3_3 \leq 24; 3_4 \leq 21$	$3_1 \leq 22; 3_2 \leq 21;$ $3_3 \leq 25; 3_4 \leq 19$	$3_1 \leq 22; 3_2 \leq 21;$ $3_3 \leq 25; 3_4 \leq 19$	$3_1 \leq 16; 3_2 \leq 18;$ $3_3 \leq 19; 3_4 \leq 21$	$3_1 \leq 16; 3_2 \leq 18;$ $3_3 \leq 19; 3_4 \leq 21$
$P_1=7; P_2=5$	$P_1=6; P_2=7$	$P_1=6; P_2=7$	$P_1=7; P_2=5$	$P_1=7; P_2=5$
$X_1 \geq 2; X_2 \geq 2$	$X_1 \geq 2; X_2 \geq 1$	$X_1 \geq 1; X_2 \geq 2$	$X_1 \geq 2; X_2 \geq 1$	$X_1 \geq 1; X_2 \geq 2$

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5
Варіант 16	Варіант 17	Варіант 18	Варіант 19	Варіант 20
$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$
$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$
$A_{11}=3; A_{12}=2;$ $A_{21}=2; A_{22}=3;$ $A_{31}=4; A_{32}=2;$ $A_{41}=3; A_{42}=4$	$A_{11}=2; A_{12}=3;$ $A_{21}=3; A_{22}=2;$ $A_{31}=4; A_{32}=1;$ $A_{41}=1; A_{42}=4$	$A_{11}=1; A_{12}=3;$ $A_{21}=3; A_{22}=2;$ $A_{31}=4; A_{32}=1;$ $A_{41}=2; A_{42}=4$	$A_{11}=1; A_{12}=3;$ $A_{21}=2; A_{22}=2;$ $A_{31}=3; A_{32}=1;$ $A_{41}=4; A_{42}=2$	$A_{11}=3; A_{12}=4;$ $A_{21}=3; A_{22}=2;$ $A_{31}=4; A_{32}=2;$ $A_{41}=3; A_{42}=3$
$3_1 \leq 22; 3_2 \leq 21;$ $3_3 \leq 23; 3_4 \leq 25$	$3_1 \leq 20; 3_2 \leq 19;$ $3_3 \leq 21; 3_4 \leq 22$	$3_1 \leq 18; 3_2 \leq 19;$ $3_3 \leq 17; 3_4 \leq 21$	$3_1 \leq 19; 3_2 \leq 20;$ $3_3 \leq 21; 3_4 \leq 22$	$3_1 \leq 17; 3_2 \leq 18;$ $3_3 \leq 19; 3_4 \leq 20$
$P_1=6; P_2=7$	$P_1=6; P_2=5$	$P_1=4; P_2=6$	$P_1=5; P_2=4$	$P_1=6; P_2=9$
$X_1 \geq 2; X_2 \geq 1$	$X_1 \geq 1; X_2 \geq 0$	$X_1 \geq 1; X_2 \geq 0$	$X_1 \geq 2; X_2 \geq 1$	$X_1 \geq 1; X_2 \geq 1$
Варіант 21	Варіант 22	Варіант 23	Варіант 24	Варіант 25
$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$
$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$
$A_{11}=2; A_{12}=4;$ $A_{21}=3; A_{22}=2;$ $A_{31}=4; A_{32}=2;$ $A_{41}=3; A_{42}=3$	$A_{11}=3; A_{12}=1;$ $A_{21}=2; A_{22}=3;$ $A_{31}=4; A_{32}=2;$ $A_{41}=1; A_{42}=4$	$A_{11}=3; A_{12}=1;$ $A_{21}=2; A_{22}=3;$ $A_{31}=1; A_{32}=3;$ $A_{41}=2; A_{42}=1$	$A_{11}=3; A_{12}=1;$ $A_{21}=2; A_{22}=3;$ $A_{31}=1; A_{32}=3;$ $A_{41}=2; A_{42}=1$	$A_{11}=3; A_{12}=1;$ $A_{21}=2; A_{22}=3;$ $A_{31}=1; A_{32}=3;$ $A_{41}=2; A_{42}=1$
$3_1 \leq 17; 3_2 \leq 18;$ $3_3 \leq 19; 3_4 \leq 20$	$3_1 \leq 19; 3_2 \leq 17;$ $3_3 \leq 18; 3_4 \leq 16$	$3_1 \leq 19; 3_2 \leq 13;$ $3_3 \leq 15; 3_4 \leq 17$	$3_1 \leq 18; 3_2 \leq 17;$ $3_3 \leq 15; 3_4 \leq 19$	$3_1 \leq 18; 3_2 \leq 17;$ $3_3 \leq 15; 3_4 \leq 19$
$P_1=6; P_2=9$	$P_1=5; P_2=6$	$P_1=7; P_2=5$	$P_1=8; P_2=5$	$P_1=8; P_2=6$
$X_1 \geq 2; X_2 \geq 2$	$X_1 \geq 0; X_2 \geq 1$	$X_1 \geq 2; X_2 \geq 1$	$X_1 \geq 1; X_2 \geq 1$	$X_1 \geq 2; X_2 \geq 1$
Варіант 26	Варіант 27	Варіант 28	Варіант 29	Варіант 30
$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$	$\Pi_j, j = \overline{1,2}$
$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$	$C_i, i = \overline{1,4}$
$A_{11}=2; A_{12}=3;$ $A_{21}=3; A_{22}=1;$ $A_{31}=4; A_{32}=2;$ $A_{41}=1; A_{42}=3$	$A_{11}=2; A_{12}=1;$ $A_{21}=3; A_{22}=3;$ $A_{31}=4; A_{32}=3;$ $A_{41}=3; A_{42}=1$	$A_{11}=2; A_{12}=1;$ $A_{21}=3; A_{22}=3;$ $A_{31}=4; A_{32}=3;$ $A_{41}=3; A_{42}=1$	$A_{11}=3; A_{12}=1;$ $A_{21}=2; A_{22}=2;$ $A_{31}=1; A_{32}=3;$ $A_{41}=2; A_{42}=4$	$A_{11}=3; A_{12}=3;$ $A_{21}=2; A_{22}=4;$ $A_{31}=1; A_{32}=3;$ $A_{41}=2; A_{42}=1$
$3_1 \leq 20; 3_2 \leq 21;$ $3_3 \leq 19; 3_4 \leq 21$	$3_1 \leq 15; 3_2 \leq 16;$ $3_3 \leq 19; 3_4 \leq 18$	$3_1 \leq 15; 3_2 \leq 16;$ $3_3 \leq 19; 3_4 \leq 18$	$3_1 \leq 15; 3_2 \leq 18;$ $3_3 \leq 17; 3_4 \leq 21$	$3_1 \leq 20; 3_2 \leq 21;$ $3_3 \leq 19; 3_4 \leq 16$
$P_1=6; P_2=8$	$P_1=7; P_2=6$	$P_1=7; P_2=6$	$P_1=7; P_2=5$	$P_1=4; P_2=5$
$X_1 \geq 1; X_2 \geq 2$	$X_1 \geq 1; X_2 \geq 1$	$X_1 \geq 2; X_2 \geq 2$	$X_1 \geq 2; X_2 \geq 1$	$X_1 \geq 1; X_2 \geq 0$

ДРУГА ЧАСТИНА

до виконання розрахунково-графічних завдань з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами»

1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

1.1. Мета розрахунково-графічного завдання (РГЗ) – закріплення теоретичних знань та практичних навичок з дисципліни „Автоматизовані системи управління технологічними процесами”.

Студенти набувають досвід з розробки математичної моделі для її впровадження при складанні автоматизованої системи управління технологічними процесами (АСУТП) дискретної дії [1–7].

Об'єкти управління, до яких належать промислові будівлі, тощо, належать до складних систем [7] з відновлюваними елементами. Якісне управління такими об'єктами і їх елементами впливає на їх працездатність, збільшення терміну експлуатації, зниження собівартості ремонтів, забезпечення безпеки роботи тощо. Раціональна за деяким критерієм організація ремонту таких об'єктів можлива при розробці математичної моделі, що розглядається в цьому РГЗ. При цьому важлив постає завдання вибору раціонального варіанта її вирішення. При достатньою великій кількості варіантів розв'язання задачі вибір раціонального варіанта за деяким критерієм простим перебором утруднений, а в ряді випадків навіть неможливий. Тому знаходять застосування комбінаторні алгоритми, що ґрунтуються на організації великої кількості генерованих варіантів у вигляді деревоподібних (ярусних) графів. Генерація великої кількості розв'язань цієї технічної задачі відносять до області дискретного програмування. Для скорочення часу і вартості перебору застосовують різні методи, в тому числі «послідовного аналізу», «гілок і меж» тощо. При виконанні РГЗ розглянемо метод послідовного аналізу при розробці математичної моделі певного виду [7].

1.2. Склад розрахунково-графічного завдання. РГЗ містить пояснювальну записку, виконану з урахуванням стандартів на папері формату А4, яка складається з розділів:

1.2.1. Назва РГЗ: Розробити математичну модель для АСУТП дискретної дії вибору раціональних варіантів розв'язання задачі за критерієм мінімальної сумарної питомої вартості ремонту методом послідовного аналізу.

1.2.2. Дані для розробки математичної моделі.

1.2.3. Алгоритм вирішення задачі й приклад виконання РГЗ для розробки математичної моделі.

1.2.4. Висновок за результатами виконання РГЗ.

2. ДАНІ ДЛЯ РОЗРОБКИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНИХ ВАРІАНТІВ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ЗА МЕТОДОМ ПОСЛІДОВНОГО АНАЛІЗУ [7]

2.1. Об'єкт управління, що розглядається в РГЗ, зображений у вигляді деревоподібного шестиярусного графа (рис. 2).

Цей граф являє собою математичну модель дискретного програмування задачі вибору самого короткозамкненого маршруту за заданим критерієм від вершини 1 (перший ярус), яку називають кореневою, через початкові вершини 2, 3, 4, 5 (другий ярус) і всі можливі з'єднання цих вершин між собою (третій, четвертий і п'ятий яруси) до вершини 1 (шостий ярус), яку називають висячою. Об'єкт відповідним чином представляє задачу пошуку раціонального плану проведення, наприклад, ремонту промислового будинку (комплексу будинків).

2.2. Задані параметри гілок переходу від однієї вершини i ($i = \overline{1,5}$) до другої j ($j = \overline{2,5}$), тобто C_{ij} і C_{ji} , у вигляді **питомої вартості** видів ремонту (умовні одиниці):

$$\begin{array}{lllll}
C_{12}=3; & C_{13}=2; & C_{14}=4; & C_{15}=5; & C_{21}=6; \\
C_{31}=5; & C_{41}=7; & C_{51}=6; & C_{23}=11; & C_{24}=12; \\
C_{25}=10; & C_{32}=16; & C_{42}=15; & C_{52}=13; & C_{34}=13; \\
C_{35}=10; & C_{43}=9; & C_{53}=15; & C_{45}=14; & C_{54}=11.
\end{array}$$

2.3. Визначити самий короткий замкнений маршрут за критерієм мінімальної сумарної питомої вартості видів ремонту від кореневої - 1 до висячої цієї ж вершини 1.

3. АЛГОРИТМ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ Й ПРИКЛАД ДЛЯ ВИКОНАННЯ РГЗ

3.1. За методом послідовного аналізу першим кроком має бути вибір перспективних маршрутів (\hat{x}_1) від кореневої вершини 1 до початкових вершин 2, 3, 4, 5 відповідно. Результати вибору заносять в табл. 1 (перший стовпець) і визначають сумарну питому вартість видів ремонту (L_1) кожного з чотирьох маршрутів, а оскільки ці маршрути (від кореневої вершини до початкових) відповідають питомій вартості зазначених переходів (C_{ij}), то їх заносять в табл. 1 (другий стовпець).

3.2. Від кожної з початкових вершин (2, 3, 4, 5) можливі три відповідних маршрути, тому другим кроком (x_2) є запис цих маршрутів (третій стовпець) та визначення сумарної питомої вартості (L_2) кожного із них (четвертий стовпець, табл. 1).

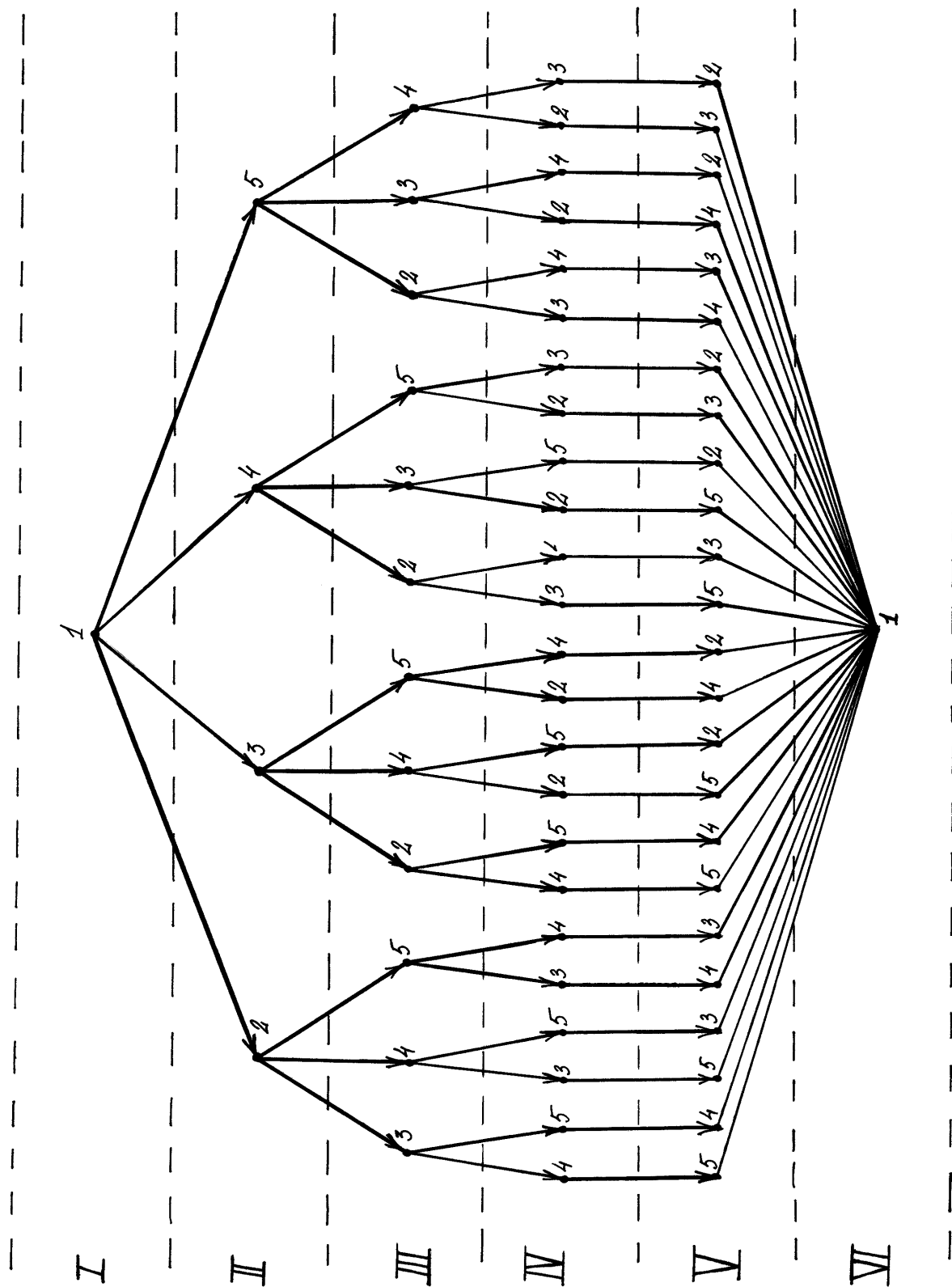


Рис. 2. Деревоподібний шестиярусний граф

3.3. За результатом аналізу сумарної питомої вартості (L_2) зазначених маршрутів (x_2) за наведеним вище критерієм визначають мінімальні з них, при цьому для надійності результату – не менше 50 % із зазначених маршрутів. Ці маршрути стають перспективними (\hat{x}_2) і для них записують відповідні сумарні (L_3) питомі вартості (відповідно п'ятий і шостий стовпці табл. 1).

3.4. Із кінцевих вершин визначених перспективних маршрутів (\hat{x}_2) можливі два відповідних маршрути, тому третім кроком (x_3) є запис цих маршрутів (сьомий стовпець) і визначення сумарної питомої вартості (L_4) кожного з них (восьмий стовпець табл. 1).

3.5. За результатом аналізу сумарної питомої вартості (L_4) зазначених маршрутів (x_3) за тим же критерієм знаходять мінімальні з них, при цьому для цілковитої надійності результату – не менше 50 % із зазначених маршрутів. Ці маршрути стають перспективними (\hat{x}_3) і для них записують відповідні сумарні (L_5) питомі вартості (відповідно дев'ятий і десятий стовпці табл. 1).

3.6. Із кінцевих вершин визначених перспективних маршрутів (\hat{x}_3) можливий тільки один відповідний маршрут, тому четвертим кроком (x_4) є запис цих маршрутів відповідно (одинадцятий і дванадцятий стовпці табл. 1) і визначення сумарної питомої вартості (L_6) кожного з них.

3.7. За результатом аналізу сумарної питомої вартості (L_6) зазначених маршрутів (x_4) за заданим критерієм знаходять мінімальні із них, при цьому для надійності результату – не менше 50 % із зазначених маршрутів. Ці маршрути стають перспективними (\hat{x}_4) і для них записують відповідні сумарні (L_7) питомі вартості (відповідно тринадцятий і чотирнадцятий стовпці табл. 1).

Таблица 1

[illegible]

3.8. Із кінцевих вершин визначених перспективних маршрутів (\hat{x}_4) можливі тільки маршрути до висячої вершини 1, тому п'ятим кроком (x_5) є запис цих маршрутів (п'ятнадцятий і шістнадцятий стовпці табл. 1) і визначення сумарної питомої вартості (L_8) кожного з них.

3.9. За результатом аналізу сумарної питомої вартості (L_8) зазначених маршрутів (x_5) за наведеним критерієм знаходять мінімальні із них, а оскільки маршрути від кореневої 1 до висячої цієї ж вершини 1 закінчені, то мінімальний із них стає перспективним (\hat{x}_5) і для нього записують мінімальну сумарну питому вартість (L_9) видів ремонту (відповідно сімнадцятий і вісімнадцятий стовпці табл. 1).

4. ВИСНОВОК ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ РГЗ

Розроблена математична модель дискретного програмування задачі вибору раціонального варіанта за методом послідовного аналізу за умовами даних для виконання РГЗ і визначений самий короткий замкнений маршрут (\hat{x}_5) за критерієм мінімальної сумарної питомої вартості видів ремонту від кореневої вершини 1 до висячої цієї ж вершини 1 (L_9), тобто $\hat{x}_5 = 1, 2, 5, 4, 3, 1$, а $L_9 = 39$ (умовних одиниць).

Розроблена математична модель дозволяє значно скоротити час і вартість розв'язання задачі порівняно з методом повного перебору.

5. ВАРІАНТИ ДАНИХ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РГЗ

Дані для виконання РГЗ наведені в табл. 2. При цьому номер варіанта студенти отримують за номерами в списку студентів групи від першого до останнього або навпаки.

Таблиця 2

Номер варіанта і дані	Номер варіанта і дані	Номер варіанта і дані	Номер варіанта і дані	Номер варіанта і дані
1	2	3	4	5
Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4	Варіант 5
$C_{12}=2; C_{13}=4$	$C_{12}=4; C_{13}=3$	$C_{12}=3; C_{13}=4$	$C_{12}=5; C_{13}=6$	$C_{12}=6; C_{13}=5$
$C_{14}=3; C_{15}=5$	$C_{14}=2; C_{15}=8$	$C_{14}=5; C_{15}=6$	$C_{14}=7; C_{15}=8$	$C_{14}=4; C_{15}=3$
$C_{21}=7; C_{31}=6$	$C_{21}=6; C_{31}=7$	$C_{21}=8; C_{31}=7$	$C_{21}=9; C_{31}=10$	$C_{21}=7; C_{31}=8$
$C_{41}=5; C_{51}=8$	$C_{41}=9; C_{51}=1$	$C_{41}=10; C_{51}=9$	$C_{41}=3; C_{51}=4$	$C_{41}=10; C_{51}=9$
$C_{23}=10; C_{24}=11$	$C_{23}=11; C_{24}=10$	$C_{23}=12; C_{24}=11$	$C_{23}=2; C_{24}=9$	$C_{23}=8; C_{24}=6$
$C_{25}=9; C_{32}=8$	$C_{25}=11; C_{32}=13$	$C_{25}=13; C_{32}=14$	$C_{25}=10; C_{32}=11$	$C_{25}=11; C_{32}=12$
$C_{42}=7; C_{52}=6$	$C_{42}=14; C_{52}=15$	$C_{42}=14; C_{52}=15$	$C_{42}=13; C_{52}=12$	$C_{42}=14; C_{52}=13$
$C_{34}=12; C_{35}=13$	$C_{34}=13; C_{35}=12$	$C_{34}=12; C_{35}=11$	$C_{34}=14; C_{35}=15$	$C_{34}=16; C_{35}=15$
$C_{43}=14; C_{53}=15$	$C_{43}=10; C_{53}=9$	$C_{43}=10; C_{53}=9$	$C_{43}=10; C_{53}=9$	$C_{43}=17; C_{53}=12$
$C_{45}=9; C_{54}=8$	$C_{45}=5; C_{54}=4$	$C_{45}=8; C_{54}=7$	$C_{45}=11; C_{54}=12$	$C_{45}=10; C_{54}=11$
Варіант 6	Варіант 7	Варіант 8	Варіант 9	Варіант 10
$C_{12}=4; C_{13}=2$	$C_{12}=2; C_{13}=3$	$C_{12}=1; C_{13}=2$	$C_{12}=3; C_{13}=5$	$C_{12}=4; C_{13}=2$
$C_{14}=6; C_{15}=5$	$C_{14}=4; C_{15}=5$	$C_{14}=4; C_{15}=3$	$C_{14}=4; C_{15}=6$	$C_{14}=6; C_{15}=4$
$C_{21}=7; C_{31}=3$	$C_{21}=6; C_{31}=7$	$C_{21}=6; C_{31}=5$	$C_{21}=5; C_{31}=7$	$C_{21}=8; C_{31}=6$
$C_{41}=8; C_{51}=6$	$C_{41}=8; C_{51}=9$	$C_{41}=8; C_{51}=7$	$C_{41}=6; C_{51}=8$	$C_{41}=10; C_{51}=8$
$C_{23}=10; C_{24}=9$	$C_{23}=10; C_{24}=11$	$C_{23}=9; C_{24}=10$	$C_{23}=7; C_{24}=9$	$C_{23}=12; C_{24}=10$
$C_{25}=12; C_{32}=11$	$C_{25}=12; C_{32}=13$	$C_{25}=11; C_{32}=12$	$C_{25}=8; C_{32}=10$	$C_{25}=14; C_{32}=12$
$C_{42}=14; C_{52}=13$	$C_{42}=14; C_{52}=15$	$C_{42}=13; C_{52}=14$	$C_{42}=9; C_{52}=11$	$C_{42}=13; C_{52}=11$
$C_{34}=16; C_{35}=15$	$C_{34}=16; C_{35}=17$	$C_{34}=12; C_{35}=13$	$C_{34}=10; C_{35}=12$	$C_{34}=11; C_{35}=10$
$C_{43}=17; C_{53}=13$	$C_{43}=18; C_{53}=19$	$C_{43}=12; C_{53}=11$	$C_{43}=11; C_{53}=14$	$C_{43}=9; C_{53}=8$
$C_{45}=12; C_{54}=14$	$C_{45}=20; C_{54}=21$	$C_{45}=10; C_{54}=9$	$C_{45}=12; C_{54}=15$	$C_{45}=7; C_{54}=6$
Варіант 11	Варіант 12	Варіант 13	Варіант 14	Варіант 15
$C_{12}=2; C_{13}=5$	$C_{12}=2; C_{13}=6$	$C_{12}=3; C_{13}=8$	$C_{12}=5; C_{13}=10$	$C_{12}=5; C_{13}=9$
$C_{14}=4; C_{15}=7$	$C_{14}=3; C_{15}=7$	$C_{14}=4; C_{15}=9$	$C_{14}=6; C_{15}=9$	$C_{14}=6; C_{15}=10$
$C_{21}=6; C_{31}=9$	$C_{21}=4; C_{31}=8$	$C_{21}=5; C_{31}=10$	$C_{21}=7; C_{31}=8$	$C_{21}=7; C_{31}=11$
$C_{41}=8; C_{51}=11$	$C_{41}=5; C_{51}=9$	$C_{41}=6; C_{51}=11$	$C_{41}=8; C_{51}=7$	$C_{41}=8; C_{51}=12$
$C_{23}=10; C_{24}=13$	$C_{23}=6; C_{24}=10$	$C_{23}=7; C_{24}=12$	$C_{23}=9; C_{24}=6$	$C_{23}=9; C_{24}=13$
$C_{25}=9; C_{32}=12$	$C_{25}=7; C_{32}=11$	$C_{25}=8; C_{32}=13$	$C_{25}=10; C_{32}=5$	$C_{25}=10; C_{32}=14$
$C_{42}=7; C_{52}=11$	$C_{42}=8; C_{52}=12$	$C_{42}=9; C_{52}=14$	$C_{42}=11; C_{52}=4$	$C_{42}=11; C_{52}=15$
$C_{34}=5; C_{35}=9$	$C_{34}=9; C_{35}=13$	$C_{34}=10; C_{35}=15$	$C_{34}=12; C_{35}=3$	$C_{34}=12; C_{35}=16$
$C_{43}=3; C_{53}=8$	$C_{43}=10; C_{53}=14$	$C_{43}=11; C_{53}=16$	$C_{43}=13; C_{53}=2$	$C_{43}=13; C_{53}=17$
$C_{45}=10; C_{54}=11$	$C_{45}=11; C_{54}=15$	$C_{45}=12; C_{54}=17$	$C_{45}=14; C_{54}=5$	$C_{45}=14; C_{54}=18$

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5
Варіант 16	Варіант 17	Варіант 18	Варіант 19	Варіант 20
$C_{12}=6; C_{13}=8$	$C_{12}=4; C_{13}=3$	$C_{12}=5; C_{13}=6$	$C_{12}=4; C_{13}=2$	$C_{12}=1; C_{13}=2$
$C_{14}=7; C_{15}=9$	$C_{14}=2; C_{15}=8$	$C_{14}=7; C_{15}=8$	$C_{14}=6; C_{15}=5$	$C_{14}=4; C_{15}=3$
$C_{21}=8; C_{31}=10$	$C_{21}=6; C_{31}=7$	$C_{21}=9; C_{31}=10$	$C_{21}=7; C_{31}=3$	$C_{21}=6; C_{31}=5$
$C_{41}=9; C_{51}=11$	$C_{41}=9; C_{51}=1$	$C_{41}=3; C_{51}=4$	$C_{41}=8; C_{51}=6$	$C_{41}=8; C_{51}=7$
$C_{23}=10; C_{24}=12$	$C_{23}=11; C_{24}=10$	$C_{23}=2; C_{24}=9$	$C_{23}=10; C_{24}=9$	$C_{23}=9; C_{24}=10$
$C_{25}=11; C_{32}=13$	$C_{25}=11; C_{32}=13$	$C_{25}=10; C_{32}=11$	$C_{25}=12; C_{32}=11$	$C_{25}=11; C_{32}=12$
$C_{42}=12; C_{52}=14$	$C_{42}=14; C_{52}=15$	$C_{42}=13; C_{52}=12$	$C_{42}=14; C_{52}=13$	$C_{42}=13; C_{52}=14$
$C_{34}=13; C_{35}=15$	$C_{34}=13; C_{35}=12$	$C_{34}=14; C_{35}=15$	$C_{34}=16; C_{35}=15$	$C_{34}=12; C_{35}=13$
$C_{43}=14; C_{53}=16$	$C_{43}=10; C_{53}=9$	$C_{43}=10; C_{53}=9$	$C_{43}=17; C_{53}=13$	$C_{43}=12; C_{53}=11$
$C_{45}=15; C_{54}=17$	$C_{45}=5; C_{54}=4$	$C_{45}=11; C_{54}=12$	$C_{45}=12; C_{54}=14$	$C_{45}=10; C_{54}=9$
Варіант 21	Варіант 22	Варіант 23	Варіант 24	Варіант 25
$C_{12}=2; C_{13}=4$	$C_{12}=3; C_{13}=4$	$C_{12}=6; C_{13}=5$	$C_{12}=2; C_{13}=3$	$C_{12}=3; C_{13}=5$
$C_{14}=3; C_{15}=5$	$C_{14}=5; C_{15}=6$	$C_{14}=4; C_{15}=3$	$C_{14}=4; C_{15}=5$	$C_{14}=4; C_{15}=6$
$C_{21}=7; C_{31}=6$	$C_{21}=8; C_{31}=7$	$C_{21}=7; C_{31}=8$	$C_{21}=6; C_{31}=7$	$C_{21}=5; C_{31}=7$
$C_{41}=5; C_{51}=8$	$C_{41}=10; C_{51}=9$	$C_{41}=10; C_{51}=9$	$C_{41}=8; C_{51}=9$	$C_{41}=6; C_{51}=8$
$C_{23}=10; C_{24}=11$	$C_{23}=12; C_{24}=11$	$C_{23}=8; C_{24}=6$	$C_{23}=10; C_{24}=11$	$C_{23}=7; C_{24}=9$
$C_{25}=9; C_{32}=8$	$C_{25}=13; C_{32}=14$	$C_{25}=11; C_{32}=12$	$C_{25}=12; C_{32}=13$	$C_{25}=8; C_{32}=10$
$C_{42}=7; C_{52}=6$	$C_{42}=14; C_{52}=15$	$C_{42}=14; C_{52}=13$	$C_{42}=14; C_{52}=15$	$C_{42}=9; C_{52}=11$
$C_{34}=12; C_{35}=13$	$C_{34}=12; C_{35}=11$	$C_{34}=16; C_{35}=15$	$C_{34}=16; C_{35}=17$	$C_{34}=10; C_{35}=12$
$C_{43}=14; C_{53}=15$	$C_{43}=10; C_{53}=9$	$C_{43}=17; C_{53}=12$	$C_{43}=18; C_{53}=19$	$C_{43}=11; C_{53}=14$
$C_{45}=9; C_{54}=8$	$C_{45}=8; C_{54}=7$	$C_{45}=10; C_{54}=11$	$C_{45}=20; C_{54}=21$	$C_{45}=12; C_{54}=15$
Варіант 26	Варіант 27	Варіант 28	Варіант 29	Варіант 30
$C_{12}=2; C_{13}=5$	$C_{12}=3; C_{13}=8$	$C_{12}=5; C_{13}=9$	$C_{12}=4; C_{13}=3$	$C_{12}=4; C_{13}=2$
$C_{14}=4; C_{15}=7$	$C_{14}=4; C_{15}=9$	$C_{14}=6; C_{15}=10$	$C_{14}=2; C_{15}=8$	$C_{14}=6; C_{15}=5$
$C_{21}=6; C_{31}=9$	$C_{21}=5; C_{31}=10$	$C_{21}=7; C_{31}=11$	$C_{21}=6; C_{31}=7$	$C_{21}=7; C_{31}=3$
$C_{41}=8; C_{51}=11$	$C_{41}=6; C_{51}=11$	$C_{41}=8; C_{51}=12$	$C_{41}=9; C_{51}=1$	$C_{41}=8; C_{51}=6$
$C_{23}=10; C_{24}=13$	$C_{23}=7; C_{24}=12$	$C_{23}=9; C_{24}=13$	$C_{23}=11; C_{24}=10$	$C_{23}=10; C_{24}=9$
$C_{25}=9; C_{32}=12$	$C_{25}=8; C_{32}=13$	$C_{25}=10; C_{32}=14$	$C_{25}=11; C_{32}=13$	$C_{25}=12; C_{32}=11$
$C_{42}=7; C_{52}=11$	$C_{42}=9; C_{52}=14$	$C_{42}=11; C_{52}=15$	$C_{42}=14; C_{52}=15$	$C_{42}=14; C_{52}=13$
$C_{34}=5; C_{35}=9$	$C_{34}=10; C_{35}=15$	$C_{34}=12; C_{35}=16$	$C_{34}=13; C_{35}=12$	$C_{34}=16; C_{35}=15$
$C_{43}=3; C_{53}=8$	$C_{43}=11; C_{53}=16$	$C_{43}=13; C_{53}=17$	$C_{43}=10; C_{53}=9$	$C_{43}=17; C_{53}=13$
$C_{45}=10; C_{54}=11$	$C_{45}=12; C_{54}=17$	$C_{45}=14; C_{54}=18$	$C_{45}=5; C_{54}=4$	$C_{45}=12; C_{54}=14$

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Фурман П. О. Автоматизовані системи керування технологічними процесами : підручник / П. О. Фурман, В.А Краснобаєв., П. П. Рожков та ін.; за ред. П. О. Фурмана. – Харків : Факт, 2006.– 317 с.
2. Трегуб В. П. Проектування систем автоматизації : навч. посіб. / В. П. Трегуб. – Київ : Вид-во Ліра-К. 2014. – 344 с..
3. Микропроцессорные системы : учеб. пособие для вузов / под ред. Д. В. Пузанкова . – СПб. : Политехника, 2002. – 935 с.
4. Кузин А. В. Микропроцессорная техника : учебник / А. В. Кузин, М.А. Жаворонков . – М. : Академия, 2004. – 304 с.
5. Жук В. И. Микропроцессорные контроллеры и системы управления на их основе : опыт построения / В. И. Жук // Энергетика и ТЭК. 2010. – № 01 (82). – С. 41-43.
6. Бітченко О. М. Електроніка і мікросхемотехніка. Мікропроцесори і мікроконтролери : підручник / О. М.Бітченко, О. І. Цопа. – Харків : Фінарт, 2015. – 434 с.
7. Бобух А. О. Автоматизовані системи керування технологічними процесами : навч. посіб. / А. О. Бобух. – Харків : ХНАМГ, 2006. – 185 с.

ЗМІСТ

Вступ	4
ПЕРША ЧАСТИНА	5
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ до виконання розрахунково-графічних завдань з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами»	
1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ	5
2. ДАНІ ДЛЯ РОЗРОБКИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИПУСКУ ПРОДУКЦІЇ ЗА КРИТЕРІЄМ МАКСИМАЛЬНОГО ПРИБУТКУ МЕТОДОМ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ	6
3. АЛГОРИТМ РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ДЛЯ РОЗРОБКИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ Й ПРИКЛАД ДЛЯ ВИКОНАННЯ РГЗ	7
4. ВИСНОВОК ЗА РЕЗУЛЬТАТОМ ВИКОНАННЯ РГЗ	11
5. ВАРІАНТИ ДАНИХ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РГЗ	11
ДРУГА ЧАСТИНА	14
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ до розрахунково-графічних завдань з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами»	14
1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ	14
2. ДАНІ ДЛЯ РОЗРОБКИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНИХ ВАРІАНТІВ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ЗА МЕТОДОМ ПОСЛІДОВНОГО АНАЛІЗУ	15
3. АЛГОРИТМ РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ Й ПРИКЛАД ДЛЯ ВИКОНАННЯ РГЗ.....	16
4. ВИСНОВОК ЗА РЕЗУЛЬТАТОМ ВИКОНАННЯ РГЗ	20
5. ВАРІАНТИ ДАНИХ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РГЗ	20
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	23

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічних завдань з дисципліни

„Автоматизовані системи управління технологічними процесами”

для студентів 5 курсу денної форми навчання, спеціальності 151 «Автоматизація та компютерно-інтегровані технології».

Укладачі: БОБУХ Анатолій Олексійович

ПОДУСТОВ Михайло Олексійович

ПЕРЕВЕРЗЄВА Алевтина Миколаївна

Відповідальний за випуск А. К. Бабіченко
Роботу до видання рекомендувала М. Г. Зінченко

В авторській редакції

План 2017 р., поз. 186

Підп. до друку Формат 60×84 1/16. Папір офсетний

Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк арк.

Наклад 50 прим. Зам. № Ціна договірна

Видавничий центр «Золоті сторінки»

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК №3657 від 24.12.2009 р.

61002, Харків
